Stereokimya ve Optik Aktivite

Ders Sunumu

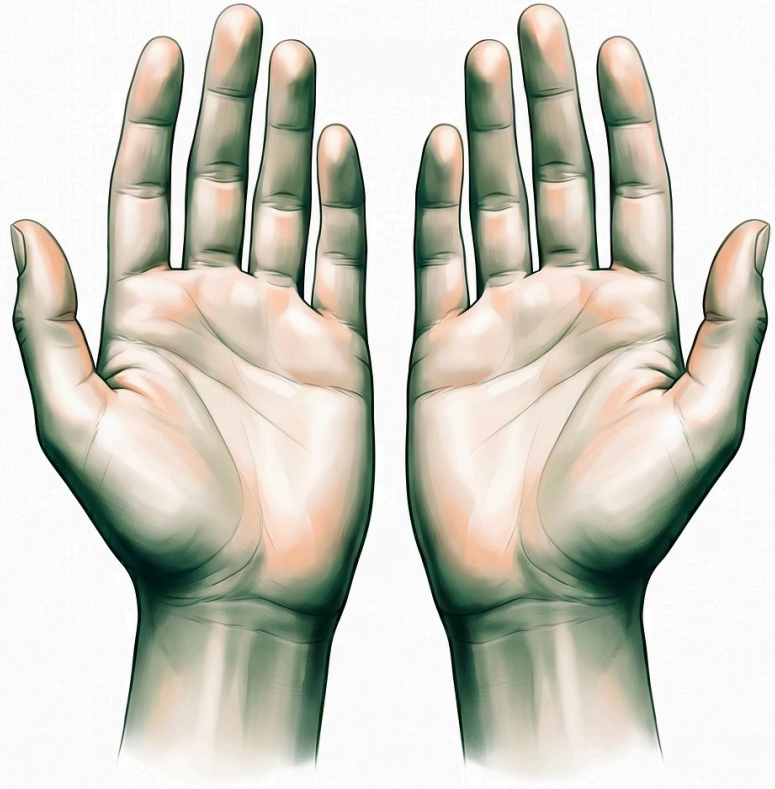
Teradigma

Aynı Malzeme, Farklı Kimlik

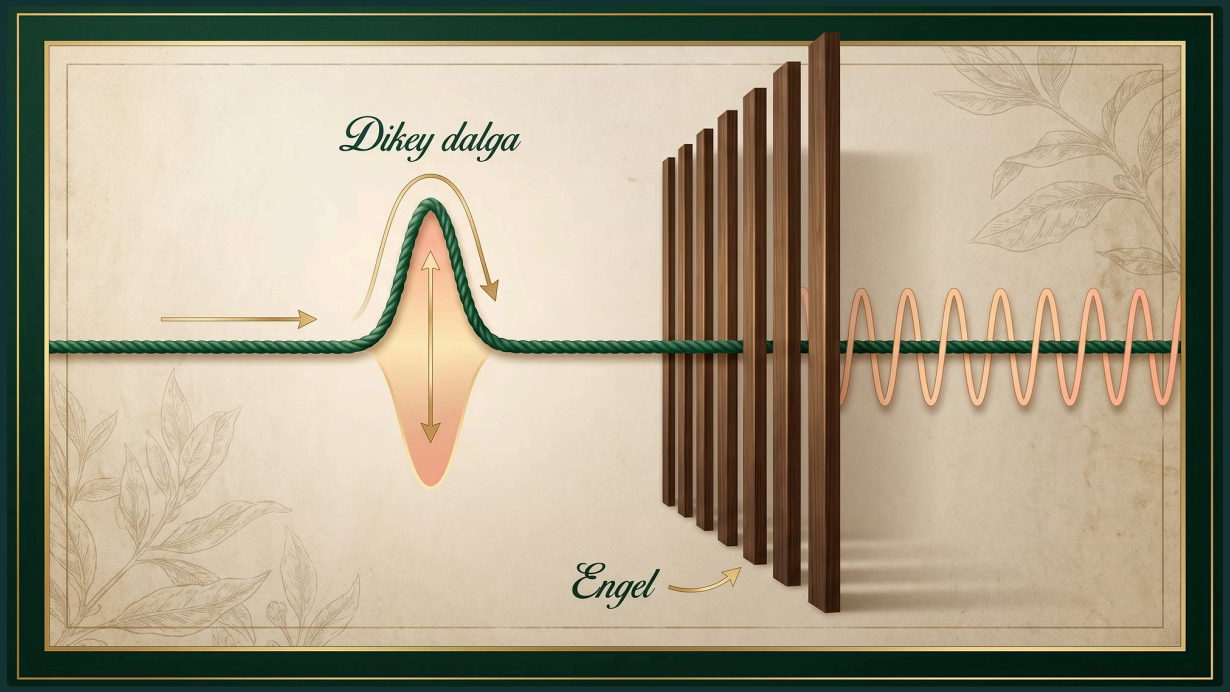
Ellerinize bakın. Sağ eliniz ve sol eliniz aynı parçalardan oluşur — parmaklar, avuç içi, tırnaklar. Ama sağ elinizi sol elinizin üzerine tam olarak üst üste koyabilir misiniz?

- Koyamazsınız — çünkü sadece **yönleri** farklıdır
- İşte kimyada da bazı moleküller tam olarak böyledir: aynı atomlar, ama uzaydaki duruşları birbirinin tersi
- Bu özelliğe **kiralite** (el-lilik) denir — Yunanca "el" anlamına gelen *kheir* kelimesinden gelir

> Peki aynı atomlardan yapılmış iki molekül birbirinden nasıl bu kadar farklı davranabilir?



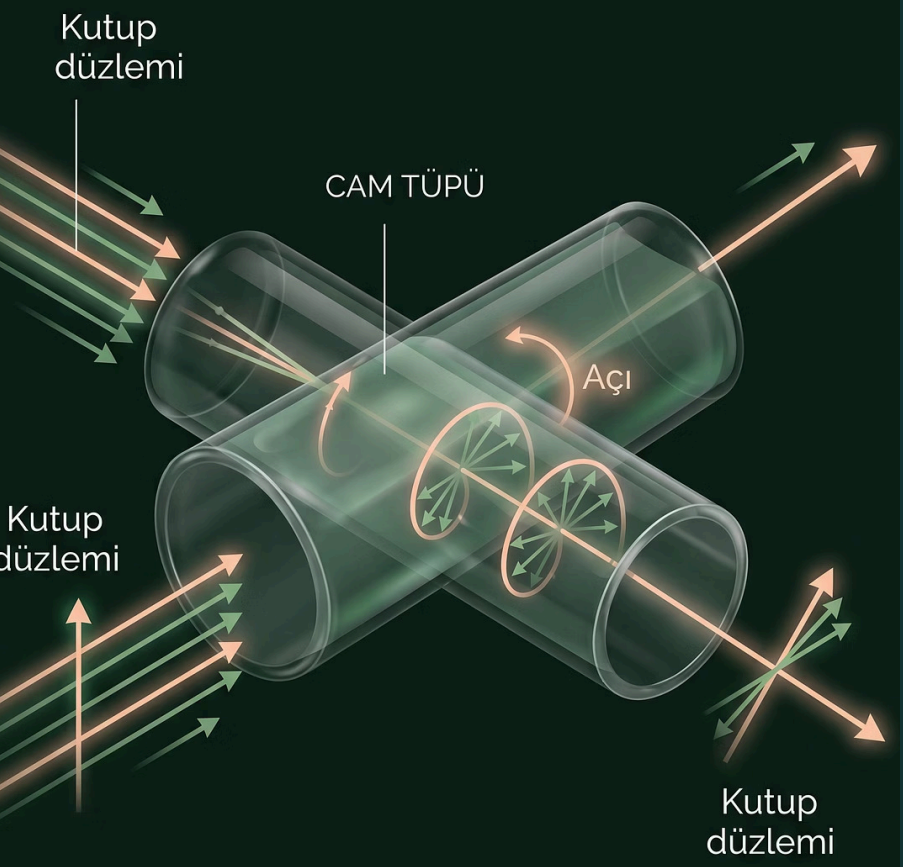
Işık Nedir? Polarize Işık Ne Demek?



Güneş veya lamba ışığı her yöne titreşerek ilerler — yukarı, aşağı, sağa, sola, çaprazlara.

Bunu zihninde canlandır: Elinizde bir ip var ve onu her yöne sallıyorsunuz. Şimdi o ipin önüne dikey parmaklıklı bir çit koyun — çitin arkasına sadece **yukarı-aşağı** titreşenler geçer, yatay olanlar takılır.

- **Polarizör** filtresi ışık için aynı işi yapar
- Geçen ışık artık tek bir düzlemde titreşir
- Bu düzenli, hizaya girmiş ışığa **düzlem polarize ışık** denir



Optik Aktivite: Madde Işığa Yön Verir

Polarize ışık, içi kiral moleküllerle dolu bir tüpten geçtiğinde şaşırtıcı bir şey olur.

Dönen Düzlem

Işığın titreşim düzlemi, tüp boyunca ilerlerken yavaş yavaş **döner** — tüpten çıkan ışık, girdiği açıdan farklı bir açıda çıkar.

Sağa / Sola Döndürme

Kimi maddeler ışığı saat yönünde (**sağa/dekstro**), kimi maddeler saatin tersi yönünde (**sola/levo**) döndürür.

Spesifik Rotasyon

Her madde için bu açı sabittir ve değişmez — buna **spesifik rotasyon** denir.

Polarimetre: Görünmeyeni Ölçen Alet

Polarimetre, bir maddenin ışığı kaç derece döndürdüğünü ölçen hassas bir cihazdır. Dört temel parçası vardır:

- **Işık kaynağı** — sarı renkli sodyum lambası kullanılır
- **Polarizör** — ışığı tek düzleme indiren süzgeç
- **Numune tüpü** — içinde analiz edilecek madde (şeker çözeltisi, ilaç vb.)
- **Analizör** — dönen ışığın açısını bulan ikinci filtre

Şekerin Kimliği Işıkta Saklı

Spesifik rotasyon her madde için o maddeye özgü, şaşmaz ve sabit bir değerdir.

Glikoz

Işığı her zaman sağa **+52,7 derece** döndürür

Fruktoz

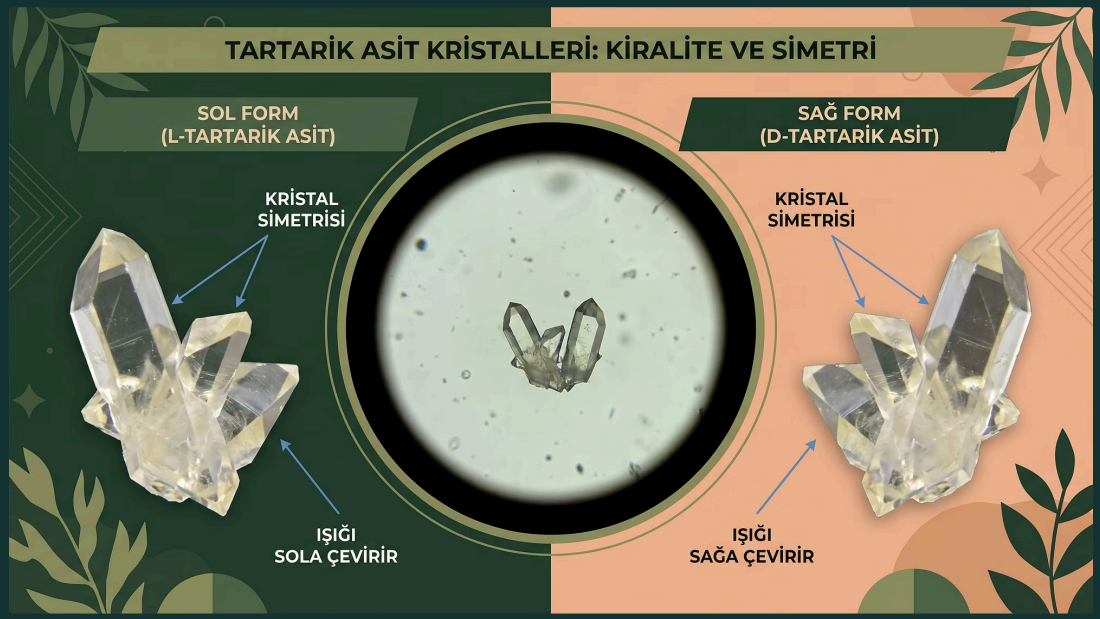
Işığı her zaman sola **-92,4 derece** döndürür

Evrensel Sabit

Dünyanın neresinde üretilirse üretilsin bu değerler **değişmez**

> Atomlar bu görevi milimetrik bir sapma olmadan, tam bir istikrarla yerine getirir. Bu, maddede tesadüf değil, **programlanmış bir kanun** olduğunun göstergesidir.

Pasteur'ün Kristallerdeki Keşfi (1848)



Louis Pasteur, şarap fıçılarının dibinde biriken tartarik asit tuzlarını inceliyordu. Kimyasal olarak hepsi aynıydı — ama mikroskop altında kritik bir fark gördü.

- Bazı kristallerin yüzeyi **sağa**, bazılarının **sola** bakıyordu — birbirinin ayna görüntüsü
- Pasteur bu kristalleri cımbızla tek tek ayırdı
- Sağ form ışığı **sağa**, sol form ışığı tam aynı açıda **sola** döndürdü
- İkisi eşit karıştırılınca birbirini nötrledi — ışık hiç dönmedi

Bu keşif, maddenin atomlarının dizilişiyle bir **kimlik** taşıdığını ispatladı.

Enantiomerler: Aynı Ama Zıt

Dört **farklı** atom veya grup ile bağ yapmış bir karbon atomu, uzayda düzgün dörtyüzlü (tetrahedral) bir geometri oluşturur.

- Bu yapının bir ayna görüntüsü vardır — tıpkı sağ ve sol el gibi
- Bu iki moleküle **enantiomer** denir
- Erime noktası, kaynama noktası, yoğunluk — hepsi **aynıdır**
- Tek fark: uzaydaki yönelim; biri sağ elli, diğeri sol elli

> Cansız ortamda rastgele yapılan reaksiyonlar her zaman %50 sağ + %50 sol karışım (rasemik karışım) üretir. Ama canlılıkta durum çok farklıdır...

Homokiralite: Hayatın Seçimi

Canlılığın inşasında kullanılan moleküller rastgele seçilmemiş; tek bir yönde seçilmiş olarak karşımıza çıkar.

Amino Asitler

Proteinlerin yapısındaki tüm amino asitler: **sol elli (L-formu)**

DNA ve RNA Şekerleri

DNA ve RNA'daki tüm şekerler: **sağ elli (D-formu)**

Yanlış Elli Amino Asit

Tek bir protein zincirine yanlış elli bir amino asit karışırsa, o proteinin üç boyutlu yapısı bozulur ve işlevini yitirir

Bu "tek ellilik" durumuna bilim literatüründe **homokiralite** denir. Doğal kanunlar sağ ve sol arasında fark gözetmezken, biyolojik sistemlerde ısrarlı ve istisnasız bir **seçicilik** gözlemlenmektedir.

Anahtar ve Kilit: Thalidomide Faciası

Vücuttaki enzimler ve reseptörler, yalnızca kendine uygun elli molekülü tanıyacak şekilde programlanmıştır — tıpkı bir kilidin yalnızca kendi anahtarını kabul etmesi gibi.

1950'lerin sonunda hamilelik bulantısı için üretilen **Thalidomide** ilacının sağ ve sol formları ayrıştırılmadan karışım halinde verilmişti:

⊗ Atomlar aynı, formül aynı — tek fark uzaydaki yönelim. Bu küçük fark, birini şifa diğerini zehir yaptı.

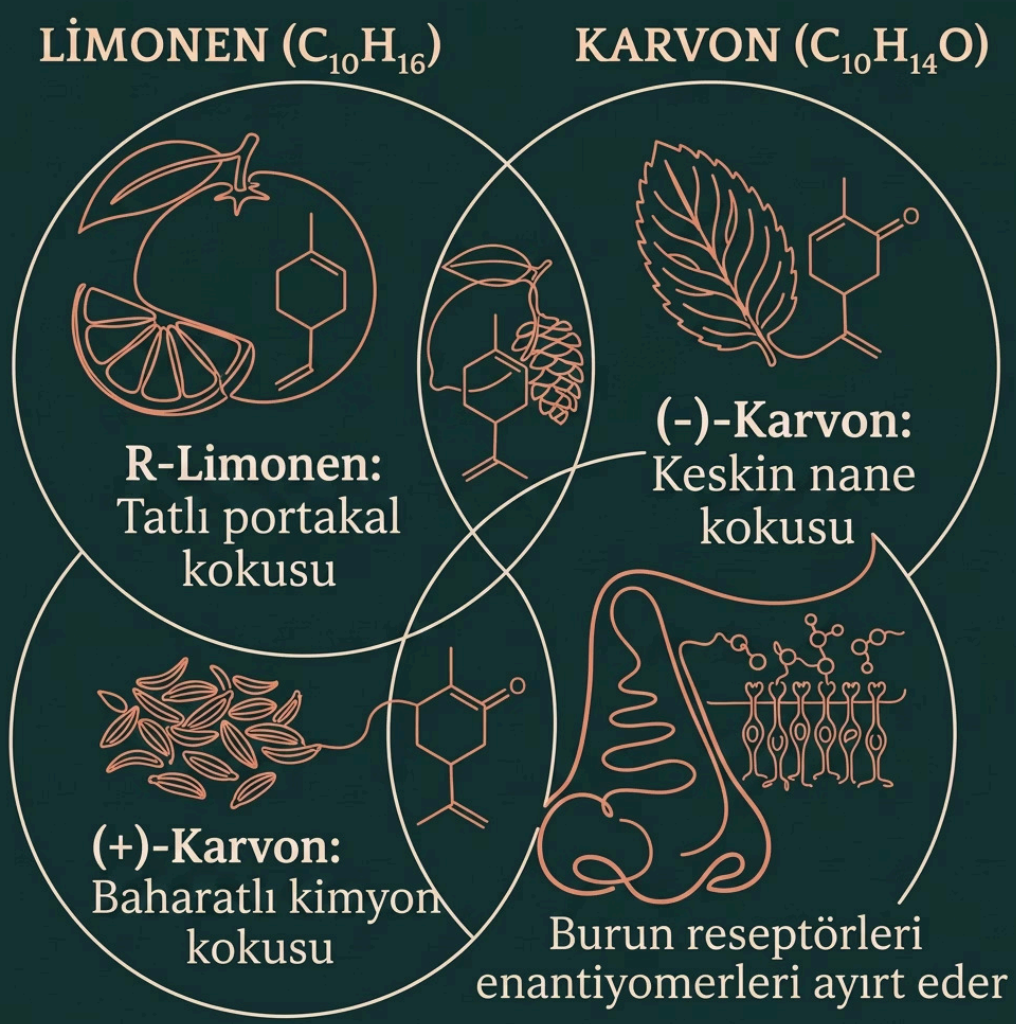
Sağ Elli Form ✓

Hastayı sakinleştirdi, şifa verdi

Sol Elli Form ·

Anne karnındaki bebekte uzuv gelişimini engelledi

Koku: Burnumuzdaki Seçici Kapıcılar

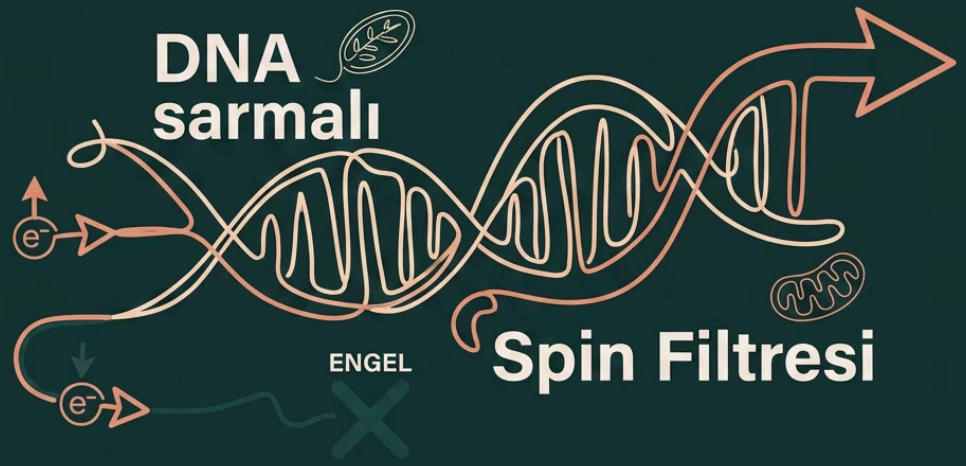


Limonen molekülü, kiralite mucizesini doğrudan duyularımızda gösterir.

- **Sağ elli formu (R-Limonen)** → portakal kokusu
- **Sol elli formu (S-Limonen)** → limon veya çam/terebentin kokusu

Yine **Karvon** molekülünün bir eli nane kokarken, diğer eli kimyon kokar. Burnumuzdaki reseptörler, molekülleri hem kimyasal içeriklerine hem de **uzaydaki şekillerine** göre ayırt edecek şekilde tasarlanmıştır.

CISS Etkisi: Atom Altında Bile Düzen Var



Fotosentez ve hücresel solunum süreçlerinde %100 verimli enerji transferi.

1999 ve sonrasında yapılan araştırmalar, kiral düzenin atom altı parçacıklar seviyesinde de işlediğini ortaya koydu.

CISS (Kiral İndüklü Spin Seçiciliği) Etkisi:

- DNA sarmalı gibi kiral moleküller, üzerlerinden geçen elektronları **kendi etraflarındaki dönüş yönüne (spin)** göre filtreler
- Yalnızca kendi geometrisine uygun spinli elektronlar geçer, diğerleri engellenir
- Bu sayede fotosentez ve hücresel solunum gibi süreçlerde enerji transferi **%100'e yakın** bir verimle gerçekleştirilir

Hammadde mi, Sanat mı?

Karbon, hidrojen, oksijen atomları tek başlarına ne ışığı döndürür, ne kokuyu ayırt eder, ne de elektronu filtreler.

1 Geometri ve Düzen

Ama belirli bir **geometri, açı ve düzen** içinde bir araya getirildiklerinde kiral molekül ortaya çıkar

2 Görevli Parçacıklar

Atomlar karar verici değil — kendilerine belirlenen konuma giren, üstlenilen göreve uyan **görevli parçacıklardır**

3 Sanatkâr'ın Varlığı

Maddede bu irade ve bilgi bulunmaz; ortada bir sanat eseri varsa onu tasarlayan, atomları o hassas açılarla programlayan bir **Sanatkâr'ın varlığı** aklen zorunludur

Özet: Işık ve Maddede Saklı Düzen

Bu derste gördüklerimizi bir araya getirelim:

1	**Kiralite** Aynı atomlardan yapılmış ama uzaydaki yönleri zıt olan moleküller
2	**Optik Aktivite** Kiral moleküllerin polarize ışığı belirli bir açıyla döndürmesi
3	**Polarimetre** Bu dönüşü ölçerek maddenin kimliğini ortaya koyan cihaz
4	**Homokiralite** Canlılığın tek bir ellilik üzerine programlanmış inşa sistemi
5	**CISS Etkisi** Kiral düzenin atom altı parçacıklar seviyesinde de işlediğinin kanıtı

> Glikozun ışığı her zaman tam +52,7 derece döndürmesi, tüm canlıların sol elli amino asitleri kullanması, kilidin yalnızca kendi anahtarını tanıması — bunların tümü, maddenin **programlanmış, kasıtlı ve kanunla yönetilen** bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.